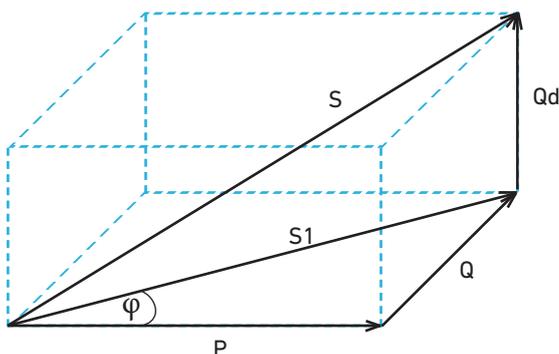


# Nichtlineare Wechselstromlasten mit der Serie ACL

Häufig stellt sich die Anforderung, Wechselspannungen mit nichtlinearen Lasten zu beaufschlagen.

Dabei werden u.a. die Begriffe  $\cos \phi$ , Crestfaktor, Power Factor, Verschiebungs- und Verzerrungsblindleistung verwendet, die wir hier erklären. Wir demonstrieren anhand von Beispielen, was mit elektronischen Lasten der Serie ACL möglich ist und was nicht.



## Begriffe

### Leistungsfaktor $\lambda$ (Power Factor PF)

Ein Leistungsfaktor wird immer dann festgestellt, wenn die Multiplikation der Messung von Spannung und Strom nicht die tatsächlich auftretende Wirkleistung P, sondern eine Scheinleistung S ergibt. Der Leistungsfaktor umschließt sowohl sinusförmige Signale als auch andere Signalformen.

$$\lambda = P / S$$

### $\cos \phi$ (Wirkfaktor)

Der  $\cos \phi$  ist eine Sonderform des Leistungsfaktors, der nur dann gilt, wenn sinusförmige Signale vorhanden sind, wie bei induktiven und kapazitiven Belastungen.

### Scheitelfaktor (Crestfaktor CF)

Der Scheitel- oder Crestfaktor gibt das Verhältnis des Spitzenwertes zum Effektivwert einer Wellenformform an. Eine sinusförmige Wellenform hat den Crestfaktor 1,41.

### Blindleistung, Verschiebungsblindleistung Q

Sind Strom und Spannung zueinander phasenverschoben, spricht man von Blindleistung, bei rein sinusförmigen Signalen auch von Verschiebungsblindleistung.

### Verzerrungsblindleistung Qd

Ist die Blindleistung nicht sinusförmig, spricht man von Verzerrungsblindleistung (auch Oberwellenblindleistung).

### Scheinleistung S

Die Scheinleistung wird definiert über die Effektivwerte von Strom und Spannung und setzt sich zusammen aus Wirkleistung P, Verschiebungsblindleistung Q und Verzerrungsblindleistung Qd:

$$S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2 + Qd^2}$$

## Spannungs- und Stromverlauf bei nichtlinearen Lasten

Um beurteilen zu können, welche Belastungen mit einer elektronischen Wechselstromlast möglich sind und welche nicht, ist es sinnvoll, einige Belastungsfälle zu betrachten: Dazu wird besonderes Augenmerk auf die Richtung des Leistungsflusses gelegt.

## Funktionsprinzip von elektronischen Wechselstromlasten

Elektronische Wechselstromlasten funktionieren im Prinzip wie Gleichstromlasten mit vorgeschaltetem Gleichrichter. Die Steuerspannung zur Einstellung der Belastung ist aber nicht wie bei Gleichstrom ein statisches Signal, sondern entsprechend der gleichgerichteten Eingangsspannung dynamisch. Damit wird vor dem Gleichrichter ein sinusförmiger Wechselstrom erzeugt.

Bedingt durch den Gleichrichter kann bei Wechselstromlasten damit der Energiefluss nur in Richtung der Last erfolgen und niemals rückwärts in Richtung zur Quelle.

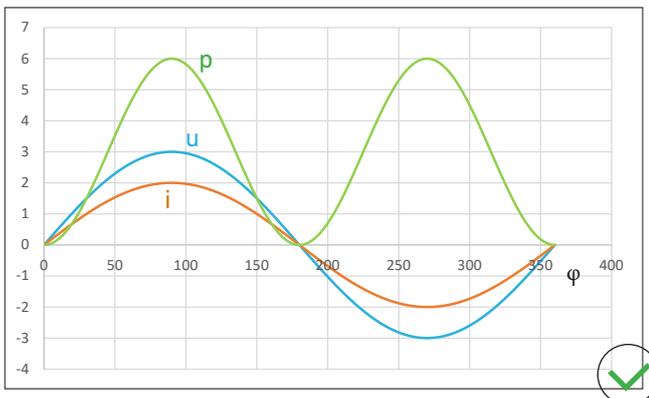
## Induktive und kapazitive Lasten

Da die elektronische Last nur Leistung aufnehmen, aber keine Leistung abgeben kann, sind induktive bzw. kapazitive Lasten nicht ohne eine Verzerrung der Sinusform möglich. Das heißt, die Sinusform des Laststroms muss durch einen Phasenanschnitt oder einen Crestfaktor  $> 1,41$  so verzerrt werden, dass die resultierende Leistung zu jedem Zeitpunkt positiv ist. In solchen Fällen handelt es sich bei der Blindleistung also immer um eine Verzerrungsblindleistung.

## Beispiel 1: Ohm'sche Last

$CF = 1,41$ ,  $\phi = 0^\circ$

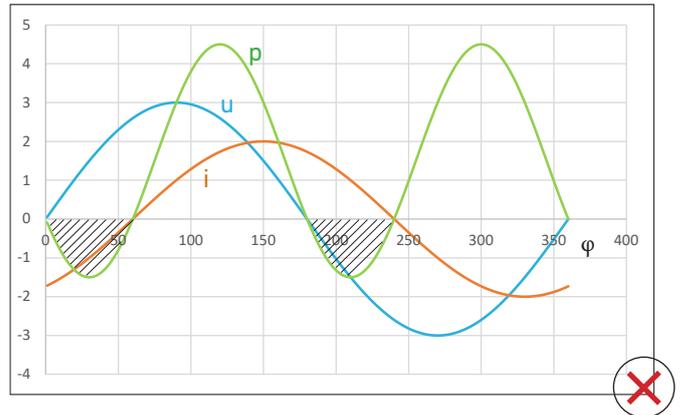
Strom und Spannung sind in Phase. Die Leistung ist in allen Zeitpunkten positiv. Die Last kann diesen Fall nachbilden (typische Anwendung).



## Beispiel 2:

$CF = 1,41$ ,  $\phi = 60^\circ$

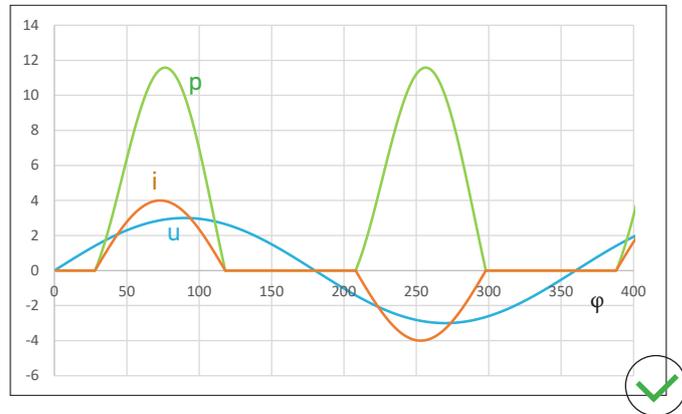
Strom und Spannung sind in der Phase verschoben. Es gibt deutliche Bereiche, bei denen die Leistung ins Negative geht. Die Last kann diesen Fall nicht nachbilden.



## Beispiel 3:

$CF = 2,0$ ,  $\phi = -30^\circ$

Strom und Spannung sind in der Phase verschoben. Durch den höheren Crestfaktor gibt es keine Bereiche mit negativer Leistung. Die Last kann diesen Fall nachbilden.



## Ergebnis:

Phasenverschiebungen sind bei elektronischen AC-Lasten immer nur in Kombination mit einem Phasenanschnitt oder einer Einstellung des Crestfaktors auf Werte  $> 1,41$  möglich. Je größer der Anschnitt bzw. der Crestfaktor (um so schmäler der Strompuls), desto weiter lässt sich die Phase verschieben. Phasenverschiebungen mit sinusförmigen Strömen wie bei induktiven oder kapazitiven Lasten sind nicht möglich, da bei einem Phasenwinkel abweichend von  $0^\circ$  eine Rückspeisung in die Quelle erfolgen müsste.

Rev. 03